DOSV機で作る地震計

57期生

Ⅰ　テーマ設定の理由

授業で地震計のことを知り、元々興味のあったパソコンの技術と組み合わせた作品を作りたいと思いました。

Ⅱ　研究方法

(1)　文献調査

インターネット上に公開されている文献を検索して利用する。

(2)　実験

既に発表されている地震計のセンサー部を更に発展させると共に、その動作をDOSVパソコンにて検証できるようにする。

Ⅲ　研究内容

1　問題点とその解決策

(1)　特殊部品の入手

インターフェイス回路の心臓部であるA/Dコンバータ（MB4052）が既に製造中止になっていて入手が困難であることが判明しました。又、センサーに使う永久磁石（ネオジオ）の購入先もなかなか見つかりませんでした。岡本先生に相談したところ、先生の手持ち部品をプレゼントして頂けました。おまけに、インターフェイス回路基板（エッチング済み）も頂いてしまいました。

(2)　記録用パソコンの機種

岡本先生が発表された記事ではパソコンとしてNEC製のPC98が使われていますが、今日パソコンと言えばDOSV機が主流で、PC98の利用は現実的な選択ではありません。（我が家でもPC98は一台も残っていません。）父に相談すると、PC98とDOSV機では以下の相違があるとのことでした。

①　プリンタ・ポート用コネクターの形状とピン配列が異なる

僕が使っているパソコンの取扱説明書に記述があり、DOSV機用コネクターを使って結線を変更すれば問題ないと分かりました。

②　MS-DOS版N88BASICはPC98でないと使えない

Webにて、Windows下で動くBasicを探しました。

・N88BASIC for Windows

プリンタ・ポートをアクセス出来ないことが分かり、断念しました。

・QBASIC

Windows（16bit版のみ）上で使えるプログラム言語で、プリンタ・ポートのアクセスも可能であることを確認しました。

③ 双方向SPPモードのI/Oアドレスが異なる

Webで DOSV機の仕様（Kit工房店長通信６号）を見つけることが出来ました。詳しいことは分かりませんが概略は表１の通りです。

レ ジ ス タ 名	DOSV	PC98
データ・レジスタ	&H378	&H40
ステータス・レジスタ	&H379	&H42
コントロール・レジスタ	&H37A	&H44
BUSY信号：ステータス・レジスタの最上位Bit (Data Bit 7)		

表１　プリンタ・ポートのI/Oアドレス比較

2　ハードウエアの製作

(1)　インターフェイス回路の製作

① 特殊部品以外の部品購入

事前に購入部品リストを作成し、父と一緒に日本橋の共立電子に行きました。最近では電子部品を取り扱っている店がほとんど無いそうです。

② いざ製作

プリント基板の穴に部品を差し込み、部品を半田付けしていきます。何度もやけどしそうになって、やっと完成。一番苦労したのがカラー表示と言う抵抗値の表記法で、色々な色の線が数本あるだけです。父に読み取り方を教えて貰いましたが、慣れないと大変です。

・端から順に色を読み取る

・１本目：10の桁、２本目：１の桁、３本目：乗数、４本目：精度

・茶色：１、赤：２、オレンジ：３、黄：４、緑：５、青：６、紫：７、グレー：８、白：９、黒：０

(2)　センサーの製作

① センサーA

基本的には岡本先生の記事の通りに試作しました。0.2mmφのエナメル線を50mほどパイプに巻き目をそろえて巻きます。

② センサーB

センサーAだと縦揺れには機能しますが、横揺れの振幅が大きいとコイル内壁に磁石が当たってしまいます。後日、縦揺れでも横揺れでも検知できるセンサーは出来ないかと考えて試作したのがセンサーBです。センサー部は不動点（磁石）を如何に作り出すかが鍵となります。横揺れに対する不動点の確保をはかるために、平面を120度ずつに分割して３方向から輪ゴムで引っ張ることにしました。３方向から引っ張る力を均一化する仕掛けとして、輪ゴム固定部分にスライド機構を採用してみました。

(3)　機器間接続方法の工夫（アレンジ）

実験環境の組み立てと分解が容易に出来、外部雑音の混入対策にもなるように、機器の接続方法としてコネクターと市販ケーブルを採用しました。

3　ソフトウエアの製作

(1)　N88BASIC

岡本先生が発表されたN88BASICプログラムの解析から始めました。父に説明して貰ったり、プログラムとそのコメントを何度も読み返していると、漠然とですが働きが分かったような気がしてきました。

まず以下の内部処理プログラム構文の使い方から勉強しました。

・FORループ

・IF～then～else

I/O処理に関しては、父と一緒にI/Oレジスタ、A/Dコンバータ、CRT表示内容をプログラムのステップ毎に書いてみました。気が遠くなるような作業でしたがパソコンはあまり賢くないということが分かりました。（計算が速いだけ。）細かいところは今でもよく分かりません。

(2)　QBASICへの移植

QBASICに関する説明書をWeb上で探し回りましたが見つかりません。

辛うじて、QBASIC の起動方法とコマンド一覧（日本語）が見つかっただけです。QBASICはあまりメジャーな言語ではないようです。

① QBASICが使える環境の整備

Windows-MEをインストールしたPCにWindows98インストールCDからQBASIC関連ファイルをコピーして実行させましたがうまく動きません。QBASICはUSモード（英語モード）でしか動かなかったのです。（悪い予感…。）何とかサンプル・プログラムが動くところまで漕ぎつけました。

② 地震計プログラムのQBASICへの移植

先生のプログラムをそのまま入力して動かしてみましたがうまく動きません。プログラムで使われているコマンドの１つずつをN88BASICとQBASIC間で比較調査することから始めました。

QBASIC のオンラインヘルプ（英語）だけが頼りです。パソコンの翻訳ソフトを駆使して何とか比較が出来ました。（途中、何度か死にましたが。）終わってみると、プリンタ・ポートのI/OアドレスとCRTの初期設定方法が異なるだけでした。

(3)　プログラムの工夫（アレンジ）

先生のプログラムから僕なりの改良を父と一緒に考えてみました。

・１画面に20ライン表示していたものを７ライン表示に変更

振動が大きいと、前後のラインにかぶって見づらいため。

・表示画面にタイトル、日付、時刻を表示出来るように変更

地震が起こって、画面コピーをしたとき記録が残るようにするため。

・計測間隔を簡単に調整出来るように変更

パソコンの動作スピードが早すぎて、計測した振動波形の全体像が見づらいため。又、パソコンの機種によって動作スピードが異なることに対応するため。岡本先生にアドバイスを頂きました。

4　現時点における動作確認

試作機のブロック図と机を叩いて地震をシュミレーションした時の動作結果は以下の通りです。センサーＢの結果は無惨なものでしたが（残念!)、その他の結果には一応満足しています。CRT画面表示はパソコンの画面プリント機能で取り込み、写真はデジカメで撮影したものをパソコンへ取り込んだものです。

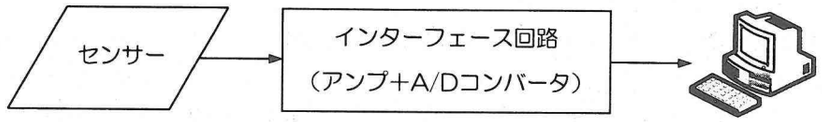


図１　地震計の簡易ブロック図

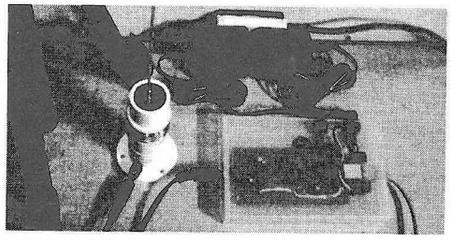


写真１　センサーＡの実験風景

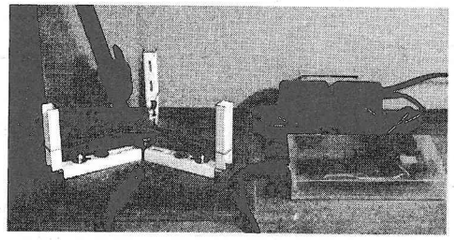
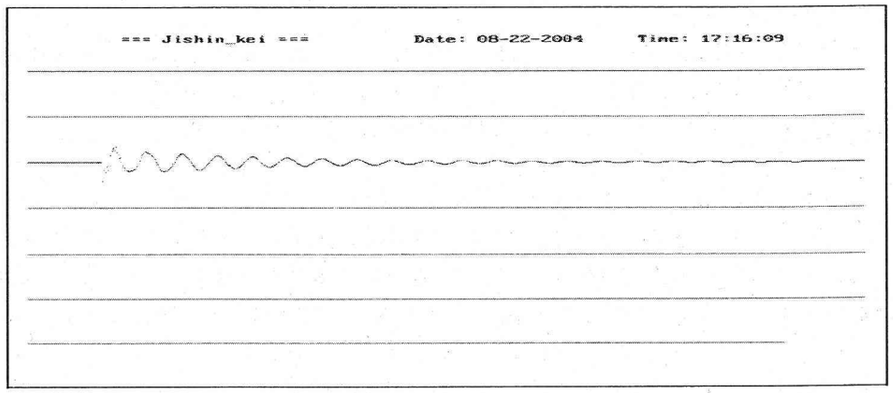


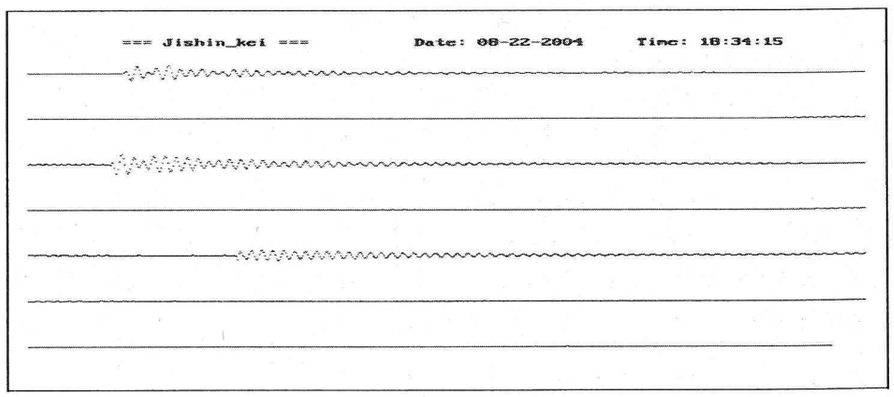
写真２　センサーＢの実験風景

```
100 SCREEN 12: CLS                          'display init.(Mode:VGA 640x480 Graphics)
110 LOCATE 1, 10: COLOR 2: PRINT "=== Jishin_kei ==="
120 LOCATE 1, 38: COLOR 3: PRINT "Date"; : LOCATE 1, 44: PRINT DATE$
130 LOCATE 1, 59: COLOR 3: PRINT "Time"; : LOCATE 1, 65: PRINT TIME$
140 ch = 0                                  'input ch =0
150 FOR j = 0 TO 6                          'Sweep=7 lines
160   FOR i = 0 TO 639                      'Column=640
170     OUT &H378, &H4                      'chip select(cs)=1
180     OUT &H378, &H0 + ch                 'cs=0 & ch select
190     d = 0                               '8-bit data(Vertical Value)=0
200     FOR k = 0 TO 8                      '8-bit A/D data input
210       OUT &H378, &H0 + ch               'clock=0
220       OUT &H378, &H8 + ch               'clock=1
230       b.p = INP(&H379) AND &H80         'data input(busy port)
240       IF k = 0 THEN 260
250       IF b.p > 0 THEN 260 ELSE d = d + 2 ^ (8 - k)  '8-bit data(Vertical Value)
260     NEXT k
270     FOR DLY = 0 TO 170                  'Software delay=Weight value 170
280     PSET (i, d + j * 65 + 20), 7        'data display (White Dot, Offset=20)
290     NEXT DLY
300   NEXT i
310 NEXT j
320 GOTO 100
330 END
```

画面１　実験をした時のQBASICプログラム (Break Keyで実行中止)



画面２　センサーＡの観測波形（実験机を上から拳で叩いた時）



画面３　センサーＢの観測波形
（実験机を右記方向から拳で叩いた時、上：左から、中；前から、下：上から）

Ⅳ　ま と め

①　センサーＡ

調整も簡単で、さすが岡本先生が考えられたセンサーだと思いました。輪ゴムの代わりにスプリングを使ったらどうなるか試してみたいと思います。

②　センサーＢ

揺れがどの方向から来ても検知出来るセンサーと思ったのですが、失敗でした。観測波形を見ると、輪ゴムが共振しているのが分かりますし、磁石が振動しているのが目で確認出来ました。（不動点が確保出来ていない。）このセンサーの場合、どの方向に揺れたのかも分かりません。横揺れは360度どの方向に揺れるか分からないので、最低２次元的なセンサーが必要となります。同時に縦揺れも測定しようとすると３次元で考えることになります。インターフェイス回路１個であればセンサーも自ずと１個となり、それで３次元的なセンサーを作ろうとすること自体間違っているのかもしれません。

③　インターフェイス部

岡本先生の回路図通りに作っただけですが、すんなり動きました。「本当の地震が来たら停電して計測出来なくなってしまう。」と言ったら、父が「UPSを入れるとよい。」と教えてくれました。(停電している間は蓄電池で動くそうです。)

④　プログラム部

試作機では約30秒間のリアルタイム表示しかできません。これでは地震が発生するのをパソコンの前で待っていて、発生した時点で画面プリントをするしかありません。それに実際の地震は数分間継続するので、地震の全体像を記録することが出来ません。計測結果を一旦パソコンの記憶装置にファイルとして蓄積してやる必要があります。そして、後でそのファイルの好きなところだけを読み出しながらCRT上に表示出来るようにするべきです。QBASIC でもファイル操作が出来るようですので、いつか挑戦してみたいと思います。

V　総　括

今回の地震計の試作は今年の冬から少しずつ作業を進めました。こんなに長い間１つのものを作ったのは初めてでした。何度も諦めかけましたが何とか最後までやり通すことが出来て満足しています。キットを製作すれば綺麗なものが簡単に出来上がりますが、手作りだと数倍の労力と根性が必要です。でも、その過程で悩み苦しんだことが今となってはよい想い出になりました。Web の検索（資料集め)、部品集めと製作、プログラムの作成、実験など……。

最後に、部品の提供とアドバイスをして下さった岡本先生と惜しみない協力をしてくれた父に感謝致します。

VI　参考文献

Web上にアップロードされていた下記資料を参考に致しました。(敬称略)

・教室でできる地学実験－フィルムケースで地震計をつくってみよう
（大阪府教育センター　岡本義雄）
http://wwwsoc.nii.ac.jp/ssj/naifuru/vol10/v0p5.html～vol6/v6p6.html

・Kit工房　店長通信　４号～６号
http://webclub.kcom.ne.jp/mc/kitkoubo/tuusin4.html～tuusin6.html

・QBasicの関数一覧
http://www.geocities.co.jp/Milano/8000/gbasic/list.html

・新日本無線　データブック　(Ver. 2003-03-13)
高精度オペアンプ　NJM0P-07
２回路入りJ-FET入力オペアンプ　NJM072B/082B